

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
8 février 2001 (08.02.2001)

PCT

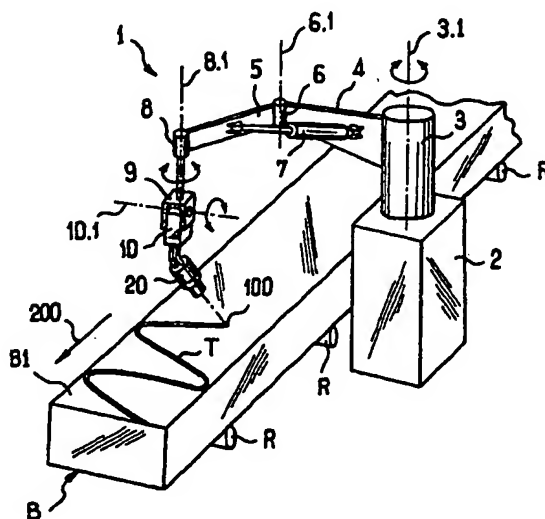
(10) Numéro de publication internationale
WO 01/08842 A1

- (51) Classification internationale des brevets: B23K 5/24, 31/12 (74) Mandataires: JAUNEZ, Xavier etc.; Cabinet Boettcher, 22, rue du Général Foy, F-75008 Paris (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/01965 (81) États désignés (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (22) Date de dépôt international: 7 juillet 2000 (07.07.2000)
- (25) Langue de dépôt: français
- (26) Langue de publication: français (84) États désignés (régional): brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (30) Données relatives à la priorité: 99/09949 30 juillet 1999 (30.07.1999) FR
- (71) Déposants et
(72) Inventeurs: DONZE, Michel [FR/FR]; La Flie, F-54460 Liverdun (FR). ROZOT, Thierry [FR/FR]; 20, rue du Maréchal Lyautey, F-54115 Thorey Lyautey (FR).
- Publiée:
— Avec rapport de recherche internationale.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INSTALLATION FOR CONTINUOUSLY MONITORING FERROUS PRODUCTS DERIVED FROM CASTING

(54) Titre: INSTALLATION DE SONDAGE EN CONTINU DE PRODUITS SIDERURGIQUES VENANT DE COULEE



(57) Abstract: The invention concerns an installation (1) for continuously monitoring ferrous products derived from casting, comprising a controlled gas torch (20) transversely mobile to the ferrous product (B), said gas torch including a visual inspection device enabling direct observation of a zone of the surface in the sampling bath. The invention is characterised in that it further comprises a device for analysing images and identifying defects appearing in the field of vision of the visual inspection device. Said monitoring installation can be adapted on oxyacetylene cutting plants so as to make the oxyacetylene cutting completely automatic. It can be followed by a scarfing installation automatically cutting along the detected defects.

[Suite sur la page suivante]

WO 01/08842 A1

BEST AVAILABLE COPY



En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé: L'invention concerne une installation (1) de sondage en continu de produits sidérurgiques venant de coulée, comportant un chalumeau à gaz (20) déplaçable de façon commandée transversalement au produit sidérurgique (B), ledit chalumeau incluant un dispositif d'observation visuelle permettant l'observation directe d'une zone de la face concernée par le bain de sondage. Selon l'invention, il est en outre prévu un dispositif d'analyse d'images et de reconnaissance automatique des défauts apparaissant dans le champ de vision du dispositif d'observation visuelle. Cette installation de sondage peut s'adapter sur les installations d'oxycoupage en vue d'une automatisation complète de l'oxycoupage. Elle peut aussi être suivie d'une installation de découpage qui est automatisée suivant les défauts détectés.

**Installation de sondage en continu de produits
sidérurgiques venant de coulée**

5 La présente invention concerne une installation de sondage en continu de produits sidérurgiques venant de coulée.

 Les produits sidérurgiques tels que brames, blooms, billettes en acier, par exemple, qu'ils soient
10 obtenus à partir d'une coulée en lingot ou d'une coulée continue, sont généralement transformés en produits plats ou longs par laminage à chaud. Le sidérurgiste cherche en général à bénéficier au maximum de la chaleur du produit sortant de la coulée, pour effectuer cette opération de
15 laminage.

 Toutefois, ces produits peuvent présenter au voisinage de leur surface des défauts, visibles ou non, tels que fissures, criques, soufflures, inclusions de gaz, qui risquent de subsister sur les produits laminés ou même
20 de s'amplifier et d'entraîner ainsi leur rebut, sans parler d'un éventuel endommagement de la surface des cylindres du laminoir.

 C'est pourquoi il s'avère en général nécessaire, avant de procéder au laminage, d'examiner les produits
25 pour savoir s'ils peuvent être laminés directement ou s'ils doivent être préalablement traités pour supprimer ou réparer les défauts qu'ils présentent.

 Dans les techniques traditionnelles, l'examen pour la détection des défauts nécessite un refroidissement
30 préalable du produit sidérurgique.

 Pour illustrer l'état de la technique, on peut toutefois citer le document EP-A-0512972 qui décrit un procédé de contrôle d'une soudure bout à bout de bandes métalliques, selon lequel on établit une carte thermique
35 de la soudure et de la zone avoisinante, et on compare les

profils de température mesurée à au moins un profil de température de référence. L'approche pour ce contrôle de soudure est donc fondée sur une technique de thermographie.

5 On a ensuite développé il y a une dizaine d'années une technique d'observation d'un bain en fusion produit par un chalumeau évitant d'exposer le matériel d'observation visuelle aux projections et fumées environnantes. C'est ainsi que le document EP-A-0336807 la
10 demanderesse décrit un chalumeau à dispositif d'observation visuelle intégré. Un tel chalumeau comporte un corps renfermant un dispositif optique d'observation visuelle disposé à l'intérieur du conduit central d'arrivée d'oxygène, la surface de l'orifice principal
15 correspondant sensiblement à celle embrassée par l'angle de vue de l'objectif du dispositif d'observation.

Bien que cette technique ait procuré des avantages considérables par rapport aux dispositifs antérieurs, l'oeil humain reste nécessaire pour l'observation visuelle
20 de la zone du bain de décrassage, et l'utilisation de cassettes d'enregistrement implique en outre une gestion lourde pour l'utilisateur.

D'une façon générale, l'analyse de défauts est presque toujours effectuée a posteriori, sur des produits
25 sidérurgiques tels que des brames, déjà coupés et refroidis. Par suite, on parvient certes à détecter la présence de défauts, mais il est alors trop tard pour intervenir sur la ligne de coulée pour en effectuer un réglage ad hoc.

30 Pour illustrer l'état de la technique, on peut citer l'article intitulé « Enhancement of penetrating inspection images » extrait de NASA Tech Brief, février 1991, page 189, Springfield, VA (USA). Cet article décrit une méthode de reconnaissance des défauts d'un cordon de
35 soudure par analyse d'images de ces défauts éclairés par

une source de lumière UV destinée à faire ressortir des particules fluorescentes déposées sur ces défauts. Il s'agit d'une technique de contrôle non destructif seulement en usage dans un laboratoire d'analyse métallurgique, cette technique étant intransposable pour un sondage en coulée continue du fait de la nécessité d'éclairer les défauts avec une source UV et d'utiliser une camera qui serait à tout le moins gênée par les fumées dégagées par le chalumeau, voire inutilisable au voisinage de pièces de coulée continue.

L'arrière-plan technologique est enfin illustré par le document US-A-1728972 qui décrit un chalumeau traditionnel, sans dispositif d'observation visuelle, monté sur un équipement mobile.

Il apparaît ainsi un besoin important d'une installation capable d'effectuer un sondage en continu de produits sidérurgiques venant directement de coulée.

L'invention a précisément pour but de résoudre ce problème, en concevant une telle installation de sondage en continu qui permette un traitement automatique, avec une possibilité d'intervenir sur la ligne de coulée en évitant ainsi le déroutement du flot métal, le stockage intermédiaire avec ses manutentions, et la production de produits défectueux.

L'installation a également pour but de concevoir une installation de sondage en continu qui soit en outre compatible avec des techniques d'automatisation de découpage ou d'oxycoupage.

Ce problème est résolu conformément à l'invention grâce à une installation de sondage en continu de produits sidérurgiques venant de coulée comportant un chalumeau à gaz disposé devant une face du produit sidérurgique, en défilement ou non, pour y générer un bain de sondage, ledit chalumeau étant déplaçable de façon commandée transversalement à la direction de défilement et

comprenant un corps ayant un conduit central d'arrivée d'oxygène dans lequel est agencé un dispositif d'observation visuelle permettant l'observation directe d'une zone de ladite face concernée par le bain de
5 sondage, et un dispositif d'analyse d'images et de reconnaissance automatique des défauts apparaissant dans le champ de vision du dispositif d'observation visuelle.

Le reconnaissance automatique des défauts permet ainsi d'établir une cartographie automatique et complète
10 du produit sidérurgique, et ce dans le cadre d'une utilisation directement en sortie de la ligne de coulée. On parvient alors à automatiser en totalité l'installation de sondage, avec un pilotage complet du sondage effectué en continu sur un produit chaud.

15 On pourra prévoir que l'installation de sondage en continu comporte une pluralité de chalumeaux à gaz disposés chacun devant une face du produit sidérurgique, de façon à permettre l'inspection simultanée, en plusieurs endroits si nécessaire, de plusieurs faces et rives dudit
20 produit sidérurgique. Ceci permet en particulier d'inspecter simultanément les faces supérieure et inférieure ainsi que les faces latérales d'une brame ou billette de coulée.

De préférence, le dispositif d'analyse d'images et de reconnaissance des défauts comporte un moyen pour
25 analyser des différences de nuances sur la surface inspectée afin de détecter la présence d'un défaut, un moyen pour analyser des paramètres dimensionnels du défaut localisé, et un moyen pour comparer ces paramètres à des paramètres préétablis afin d'identifier le type de défaut
30 dont il s'agit. En particulier les paramètres dimensionnels analysés seront choisis dans le groupe comportant le profil périmétrique, la surface, la position du barycentre et la profondeur du défaut, ainsi que toute mesure nécessaire à une meilleure définition.

35 On parvient ainsi à une analyse fine et précise

des caractéristiques du défaut détecté, ce qui permet d'aider à comprendre les causes qui ont amené à la création de tel défauts, et par suite d'intervenir au niveau de la ligne de coulée.

5 Conformément à un mode de réalisation avantageux, l'installation de sondage en continu est suivie d'une installation de décriquage, l'action de cette installation de décriquage étant pilotée, en fonction du défaut précédemment détecté et reconnu par l'installation
10 de sondage, en vue d'un décriquage automatique de la zone dudit défaut.

Selon un autre mode de réalisation, le chalumeau à gaz équipé du dispositif d'observation visuelle est un chalumeau d'oxycoupage. Ceci permet une visualisation de
15 la saignée de coupe et de ses éventuels défauts afin de réaliser la régulation automatique des paramètres de coupe.

En variante, le chalumeau à gaz équipé du dispositif d'observation visuelle est un chalumeau de décriquage.
20 ge. Ceci permet de réaliser une régulation automatique dudit chalumeau en fonction de la disparition des défauts. On parvient ainsi à réaliser une unité de travail extrêmement souple permettant une opération de décriquage et/ou de sondage réalisée de façon totalement automatique.

25 Conformément à une autre caractéristique avantageuse, le dispositif d'observation visuelle comporte une caméra reliée à au moins une fibre optique passant dans le corps du chalumeau. Il va de soi que dans certaines situations, notamment celle d'un oxycoupage de plaques
30 très épaisses, on pourra se passer d'une telle caméra dans la mesure où une fibre optique unique suffit pour surveiller le champ étroit à inspecter qui est limité à la largeur de la ligne de coupe.

De préférence encore, le dispositif d'analyse
35 d'images et de reconnaissance des défauts est relié à une

unité de traitement comportant un ordinateur et une imprimante.

Avantageusement enfin, le dispositif d'analyse d'images et de reconnaissance des défauts est relié à l'automate de coulée pour permettre une intervention sur les paramètres de coulée en fonction des défauts détectés et reconnus. Une telle intervention effectuée directement sur la ligne de coulée permet de contrer, dans un délai extrêmement bref, les phénomènes qui ont induit la création des défauts détectés. Une telle possibilité d'intervention représente un avantage considérable dans la pratique, par rapport aux techniques classiques d'observation sur produit froid qui ne permettaient d'agir que très tardivement sur la ligne de coulée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre et des dessins annexés, concernant un mode de réalisation particulier, en référence aux figures où:

- la figure 1 est une vue en perspective illustrant une installation de sondage en continu sur une seule face conforme à l'invention, en cours d'intervention sur une brique en défilement ;

- la figure 2 est une vue de dessus schématique de l'installation précédente ;

- la figure 3 est une vue partielle permettant de mieux distinguer la structure du chalumeau avec son dispositif d'observation visuelle ;

- la figure 4 est une vue en bout de la zone de sortie du corps de chalumeau ;

- la figure 5 illustre schématiquement une variante de l'installation de sondage précédente, dans laquelle on utilise deux chalumeaux de sondage pour inspecter deux faces opposées d'un produit sidérurgique ;

- la figure 6 est une vue de dessus à échelle

agrandie représentant le bain de sondage et la zone du champ de visualisation observé par le dispositif équipant le chalumeau de l'installation de sondage ;

- la figure 7 est une vue schématique de la zone du champ de visualisation, montrant trois défauts typiques qui sont localisés et reconnus, la figure 8 illustrant l'organisation de différentes lignes de jauge visant à déterminer certains paramètres dimensionnels des défauts localisés ;

10 - la figure 9 est une vue schématique de l'installation de sondage en continu selon l'invention associée à une unité de traitement.

Les figures 1 et 2 illustrent une installation de sondage en continu 1 selon l'invention qui permet 15 d'inspecter une face d'un produit sidérurgique venant directement de coulée, tels que brames ou billettes. On a représenté ici une brame B se déplaçant sur des rouleaux R, mais il va de soi que l'invention n'est pas limitée au sondage d'un produit en défilement, mais s'applique aussi 20 au sondage d'un produit fixe. L'installation de sondage 1 comporte une potence 2 surmontée d'une tourelle 3 mobile autour d'un axe vertical 3.1 en pouvant tourner de 360° autour de cet axe. La tourelle 3 porte un premier bras 4 en porte-à-faux, qui est relié à un second bras 5 par une 25 articulation 6 au niveau d'un axe vertical 6.1. L'angle formé par les bras 4 et 5 est déterminé par un actionneur commandé qui est ici un vérin 7 (en variante, on pourra remplacer le vérin par un moteur hydraulique coaxial à l'articulation). Le bras 5 se termine par une articulation 30 8 au niveau d'un axe vertical 8.1, en supportant une fourche 9 sur laquelle est articulé un support de chalumeau 10. L'articulation se fait autour d'un axe 10.1 horizontal, et la fourche 9 peut tourner sur une plage d'au moins 180° autour de l'axe vertical 8.1.

Un chalumeau à gaz 20 est accroché au support 10, l'axe dudit chalumeau étant ici incliné par rapport à la verticale, par exemple selon un angle de 30°. Le chalumeau à gaz 20 sert à réaliser sur la face B1 de la brame B un bain dit "bain de sondage" noté 100. Le dispositif d'observation visuelle qui est intégré à ce chalumeau à gaz 20 va permettre justement d'inspecter une zone de ce bain de sondage 100, afin de détecter et de reconnaître les défauts qui peuvent s'y trouver.

On a illustré la trajectoire sinusoïdale T de l'impact de flamme du chalumeau à gaz 20 sur la face B1 de la brame B. Il va de soi que ce tracé est totalement configurable en fonction des impératifs concernés. Le chalumeau à gaz 20, qui est disposé devant la face B1 du produit sidérurgique B en défilement pour y générer le bain de sondage 100, est déplaçable de façon commandée transversalement à la direction de défilement (notée 200). Le déplacement du chalumeau 20 est obtenu par une commande de la motorisation de la tourelle 3 autour de son axe 3.1, de l'actionneur 7, et du mécanisme de rotation intégré à l'articulation 8 pour l'axe vertical 8.1. Les différents paramètres angulaires sont variables selon une loi prédéterminée qui permet ainsi de fixer la trajectoire désirée du point d'impact sur la face du produit sidérurgique inspecté. Comme on connaît la vitesse de défilement du produit sidérurgique, et que l'on connaît à tout moment la position exacte dans l'espace du chalumeau à gaz 20, il est possible de déterminer l'emplacement exact du bain de sondage 100 sur la face inspectée. Ainsi, lorsque l'on détecte un défaut sur cette face grâce au dispositif d'observation visuelle et à un dispositif associé d'analyse d'images et de reconnaissance automatique de défauts, on peut déterminer parfaitement l'emplacement du défaut, et par suite de commander automatiquement l'élimination du défaut par décrochage et donner à temps

et au bon moment des informations précises. Ceci permet en outre d'aider à la compréhension de la création du défaut, et aussi d'établir une classification des produits fabriqués.

5 Les figures 3 et 4 permettent de mieux distinguer la structure du chalumeau à gaz 20. On reconnaît la fourche 9 servant à supporter le support de chalumeau 10 et le chalumeau à gaz 20. Le bloc de support 10, articulé autour de l'axe 10.1, se prolonge par des
10 canalisations d'alimentation et de refroidissement 11,12 menant à un corps de chalumeau ici constitué de deux blocs complémentaires 21,22 assemblés par une bague 26. Le corps de chalumeau 21,22 présente un conduit central d'arrivée d'oxygène 23 dans lequel est agencé un dispositif
15 d'observation visuelle 15, ici schématisé par un ensemble de fibre optique. Le conduit central d'arrivée d'oxygène 23 se prolonge vers l'aval par une tuyère 24, qui débouche au niveau d'un orifice de sortie 25. La partie amont 21 du corps de chalumeau est équipée de moyens 27 assurant le
20 refroidissement du corps de chalumeau. Elle présente également des gorges 28,29 servant à l'alimentation, par des canaux axiaux associés traversant la partie aval 22 du chalumeau, respectivement en oxygène et en gaz, par exemple en gaz naturel. Un disque 30 est prévu au niveau
25 de la sortie du corps de chalumeau, et la figure 4 permet de distinguer la pluralité d'orifices de sortie : on distingue ainsi autour de l'orifice central 25 (avec en arrière le bout de la fibre optique 15), des orifices 31 qui correspondent aux dards de chauffe, ainsi que quelques
30 orifices 32 qui illustrent la possibilité d'insuffler de la poudre d'amorçage, par exemple de fer, ce qui permet notamment de sonder des brames en acier inoxydable. On notera également sur la figure 3, la présence d'une caméra 16 associée aux fibres optiques 15, qui est intégrée au
35 support 10 du corps du chalumeau.

Pour une compréhension complète d'une telle structure de chalumeau à gaz à dispositif d'observation visuelle intégré, on se référera utilement au document EP-A-0336 807 précité qui est incorporé ici à titre de 5 référence.

Le dispositif d'observation visuelle 15,16 permet ainsi l'observation directe d'une zone de la face concernée du produit sidérurgique où est créé le bain de sondage 100. Ainsi que cela sera décrit en détail plus 10 loin, l'installation de sondage comporte également un dispositif d'analyse d'images et de reconnaissance automatique des défauts apparaissant dans le champ de vision du dispositif d'observation visuelle 15,16.

Il va de soi que l'on pourra utiliser des moyens 15 différents pour le déplacement commandé du chalumeau à gaz 20. Il va de soi également que l'on pourra compléter l'installation en utilisant une pluralité de chalumeaux à gaz 20 disposés chacun devant une face du produit sidérurgique, de façon à permettre l'inspection simultanée de 20 plusieurs faces et rives du produit sidérurgique.

La figure 5 illustre ainsi un support différent du chalumeau à gaz 20, réalisé au moyen d'un portique 40 sur lequel roule un chariot 41. Un autre chalumeau à gaz 20 et monté sur un chariot 42 se déplaçant à l'aplomb du 25 premier chalumeau, sous le produit sidérurgique B ici en défilement. Les zones d'impact 100 des deux chalumeaux à gaz 20 sur les faces opposées B1 et B2 du produit B restent sur une même verticale, grâce à un déplacement parfaitement synchrone des deux chariots 41,42.

30 Dans tous les cas, l'installation de sondage pourra être suivie d'une installation de décriquage manuelle ou automatique. Le décriquage automatique est évidemment très avantageux, car l'action de l'installation de décriquage peut être totalement pilotée en fonction du 35 défaut précédemment détecté et reconnu par l'installation

de sondage (variante non représentée).

On va maintenant décrire plus en détail le mode d'analyse et de reconnaissance des défauts que peuvent présenter les faces inspectées du produit sidérurgique en 5 défilement.

La figure 6 permet de reconnaître la zone sensiblement elliptique du bain de sondage 100 sur la face inspectée du produit sidérurgique. Ce bain de sondage 100 est naturellement en déplacement continu dans une 10 direction qui correspond sensiblement au grand axe de l'ellipse. Une zone partielle du bain de sondage 100, notée 101, correspond au champ de visualisation du dispositif d'observation visuelle intégré dans le chalumeau à gaz 20. Dans la pratique, ce champ de 15 visualisation sera délimité par un cercle de 30 à 50 millimètres de diamètre environ. Ainsi que cela est aisé à comprendre, la partie d'extrémité du bain de sondage qui est dans le cercle correspond à la zone la plus profonde du bain.

20 Sur la figure 6, on a également représenté des défauts D_1, D_2, D_3 qui sont de géométries et d'importances très différentes. En l'espèce, le défaut D_1 , relativement important, représente une macro-inclusion, tandis que le défaut D_2 , étroit et allongé représente une crique, et le 25 défaut D_3 , sensiblement circulaire et de petit diamètre, représente une micro-inclusion. Ce sont précisément ces géométries différentes qui vont permettre d'identifier et de reconnaître les défauts visualisés par le dispositif d'observation.

30 On utilise à cet effet un dispositif d'analyse d'images et de reconnaissance automatique des défauts apparaissant dans le champ de vision 101 du dispositif d'observation visuelle 15,16.

Si l'on se reporte aux figures 7 et 8, on re- 35 trouve les défauts D_1, D_2, D_3 précités dans la zone 101. On a

noté G_1, G_2, G_3 le centre de gravité ou barycentre des trois zones de défaut D_1, D_2, D_3 , et chaque point G_1, G_2, G_3 est repéré par ses coordonnées $(X_1; Y_1)$, $(X_2; Y_2)$ et $(X_3; Y_3)$.

Plus précisément, le dispositif d'analyse d'images et de reconnaissance de défauts comporte un moyen pour analyser les différences de nuance sur la surface inspectée afin de détecter la présence d'un défaut, un moyen pour analyser des paramètres dimensionnels du défaut localisé, et un moyen pour comparer ces paramètres à des paramètres pré-établis afin d'identifier le type de défaut dont il s'agit.

Pour l'analyse des différences de nuance sur la surface inspectée, on pourra choisir une nuance de couleur ou des niveaux de gris en utilisant alors respectivement un système Tri-CCD ou un système Mono-CCD. Le premier système est plus précis que le second, mais il est aussi plus onéreux.

Pour ce qui est des paramètres dimensionnels analysés, ces paramètres seront de préférence choisis dans le groupe comportant le profil périmétrique, la surface, la position du barycentre (ou centre de gravité), et la profondeur du défaut. On utilise alors des lignes de jauge qui représentent des mesures selon des axes prédéterminés. Ceci sera mieux compris en se référant à la figure 8 :

- pour le défaut D_1 qui est une macro-inclusion en forme de queue de comète, on distingue trois lignes de jauge L_{11} , L_{12} et L_{13} . Ainsi que cela est aisé à comprendre, seule une dimension importante selon ces trois lignes de jauge peut correspondre à un défaut de ce type ;

- pour le défaut D_2 , on utilise deux lignes de jauge L_{21} , L_{22} qui correspondent à une grande différence selon deux directions perpendiculaires : une telle forme permet de reconnaître immédiatement un défaut du type crique ;

- pour le défaut D_3 , deux lignes de jauge L_{31} , L_{32}

selon des axes sensiblement perpendiculaires permettent de détecter une faible distance selon ces deux lignes, et de reconnaître alors une micro inclusion.

Il va de soi que l'invention n'est pas limitée
5 aux types de défauts précités, et que l'on pourra imaginer la caractérisation d'une multitude de défauts tels que soufflures ou autres, qui seront définis par des paramètres particuliers relatifs à leur géométrie, surface, et dimensions.

10 La figure 9 illustre l'installation de sondage en continu qui vient d'être décrite, associée à une unité de traitement et à un automate de coulée.

On distingue sur cette figure schématique un analyseur d'images 60 qui reçoit du support 10 du
15 chalumeau les données x, V, t correspondant respectivement à l'abscisse (transversale) du chalumeau, à sa vitesse de déplacement et à l'instant considéré. L'analyseur d'images 60 reçoit également des données visuelles qui correspondent à chacun des défauts D_i , c'est-à-dire les
20 coordonnées X_i, Y_i de leur barycentre, ainsi que les différentes dimensions selon les lignes de jauge L_{ij} , et plus généralement toute autre information permettant d'améliorer la définition du défaut.

L'analyseur d'images 60 est associé à un système
25 de reconnaissance, et il est relié à une unité de traitement 70 qui comprend un ordinateur 71 et une imprimante 72. La mémoire de l'ordinateur 71 permettra notamment de constituer une réserve de cartes d'identification des différents défauts à reconnaître que l'on a préalablement
30 déterminés.

L'analyseur d'images 60 communique ici également avec l'automate de coulée 80 qui pilote la coulée continue. Le fait que le dispositif d'analyse d'images et de reconnaissance de défauts soit relié à l'automate de
35 coulée 80 procure dans la pratique un avantage

considérable, car cela permet une intervention rapide et directe sur les paramètres de coulée en fonction des défauts détectés et reconnus. Ainsi, il devient possible, et ce sans la moindre intervention humaine, d'envoyer un
5 signal de commande à l'automate de coulée, afin de modifier certain des paramètres de la coulée continue pour éviter de générer des défauts qui viennent d'être détectés et reconnus. Ceci représente un progrès considérable par rapport aux analyses classiques faites a posteriori sur un
10 produit froid.

Selon un mode d'exécution particulier de l'invention, le chalumeau à gaz 20 équipé du dispositif d'observation visuelle peut être un chalumeau d'oxycoupage dont on réalise alors la régulation automatique.
15 L'automatisation complète est obtenue par l'asservissement des paramètres de coupe (vitesse, pression, etc..) et aussi par l'observation de la saignée de coupe.

Selon une autre possibilité, le chalumeau à gaz 20 équipé du dispositif d'observation visuelle peut être
20 un chalumeau de décriquage dont on réalise alors la régulation automatique en fonction du défaut détecté et reconnu.

L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit, mais englobe au
25 contraire toute variante reprenant, avec des moyens équivalents, les caractéristiques essentielles énoncées plus haut.

REVENDICATIONS

1. Installation de sondage en continu de produits sidérurgiques venant de coulée, caractérisée en ce qu'elle comporte :

- 5 - un chalumeau à gaz (20) disposé devant une face (B1) du produit sidérurgique (B), en défilement ou non, pour y générer un bain de sondage (100), ledit chalumeau étant déplaçable de façon commandée transversalement à la direction de défilement et
10 comprenant un corps (21,22) ayant un conduit central d'arrivée d'oxygène (23) dans lequel est agencé un dispositif d'observation visuelle (15) permettant l'observation directe d'une zone de ladite face concernée par le bain de sondage ;
15 - un dispositif (60) d'analyse d'images et de reconnaissance automatique des défauts apparaissant dans le champ de vision du dispositif d'observation visuelle (15).

2. Installation de sondage en continu selon la
20 revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte une pluralité de chalumeaux à gaz (20) disposés chacun devant une face du produit sidérurgique (B), de façon à permettre l'inspection simultanée, en plusieurs endroits si nécessaire, de plusieurs faces et rives dudit produit
25 sidérurgique.

3. Installation de sondage en continu selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce que le dispositif (60) d'analyse d'images et de reconnaissance des défauts comporte un moyen pour analyser des
30 différences de nuances sur la surface inspectée afin de détecter la présence d'un défaut, un moyen pour analyser des paramètres dimensionnels du défaut localisé, et un moyen pour comparer ces paramètres à des paramètres préétablis afin d'identifier le type de défaut dont il
35 s'agit.

4. Installation de sondage en continu selon la revendication 3, caractérisée en ce que les paramètres dimensionnels analysés sont choisis dans le groupe comportant le profil périmétrique, la surface, la position du barycentre et la profondeur du défaut.

5. Installation de sondage en continu selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle est suivie d'une installation de décriquage, l'action de cette installation de décriquage étant pilotée, en fonction du défaut précédemment détecté et reconnu par l'installation de sondage, en vue d'un décriquage automatique de la zone dudit défaut.

6. Installation de sondage en continu selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le chalumeau à gaz (20) équipé du dispositif d'observation visuelle (15) est un chalumeau d'oxycoupage, dont on réalise alors la régulation automatique.

7. Installation de sondage en continu selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le chalumeau à gaz (20) équipé du dispositif d'observation visuelle (15) est un chalumeau de décriquage, dont on réalise alors la régulation automatique.

8. Installation de sondage en continu selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le dispositif d'observation visuelle (15) comporte une caméra (16) reliée à au moins une fibre optique (15) passant dans le corps du chalumeau (21,22).

9. Installation de sondage en continu selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le dispositif (60) d'analyse d'images et de reconnaissance des défauts est relié à une unité de traitement (70) comportant un ordinateur (71) et une imprimante (72).

10. Installation de sondage en continu selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que le dispositif (60) d'analyse d'images et de reconnaissance

des défauts est relié à l'automate de coulée (20) pour permettre une intervention sur les paramètres de coulée en fonction des défauts détectés et reconnus.

1 / 4

FIG. 1

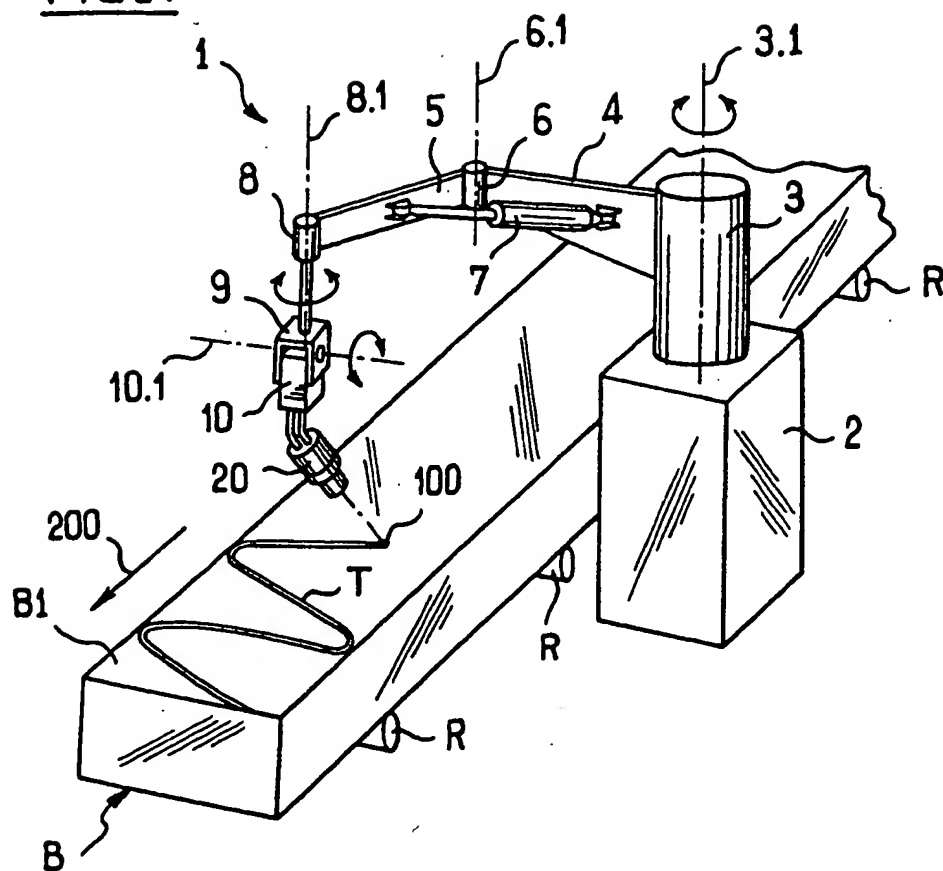
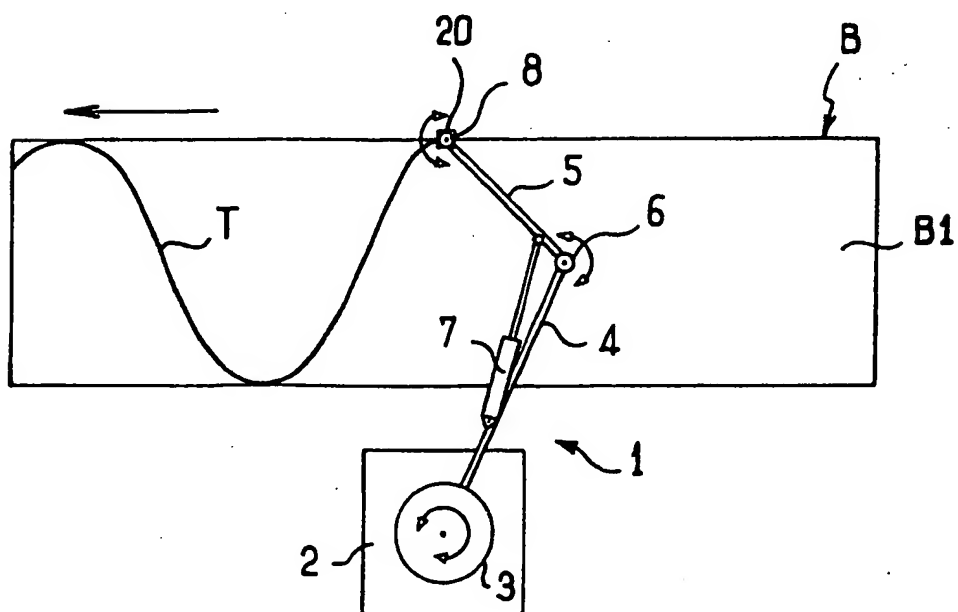


FIG. 2



2 / 4

FIG. 3

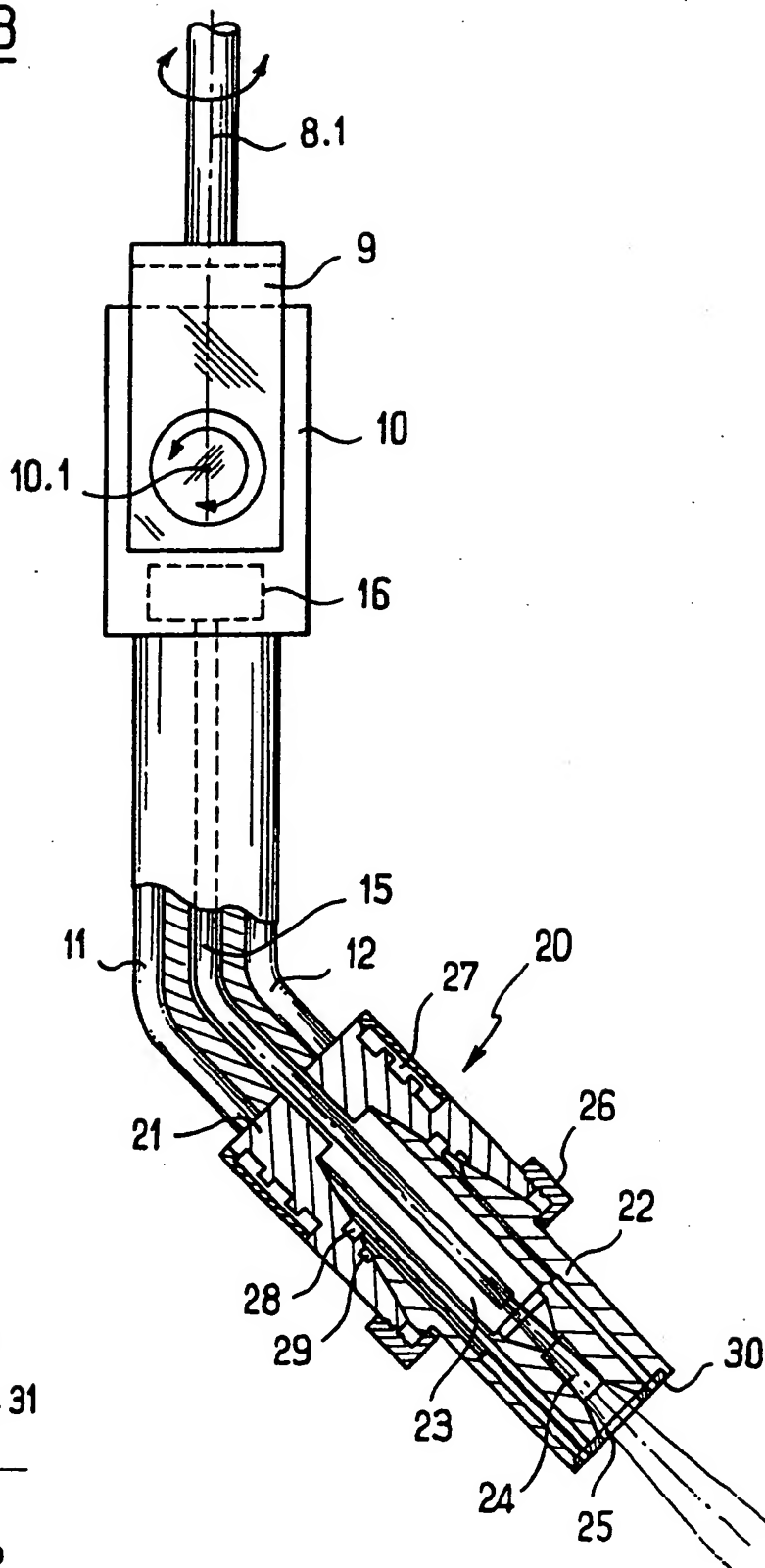
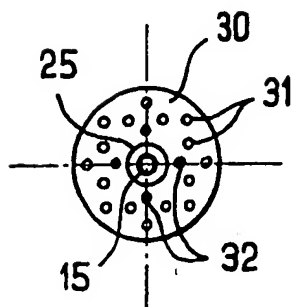
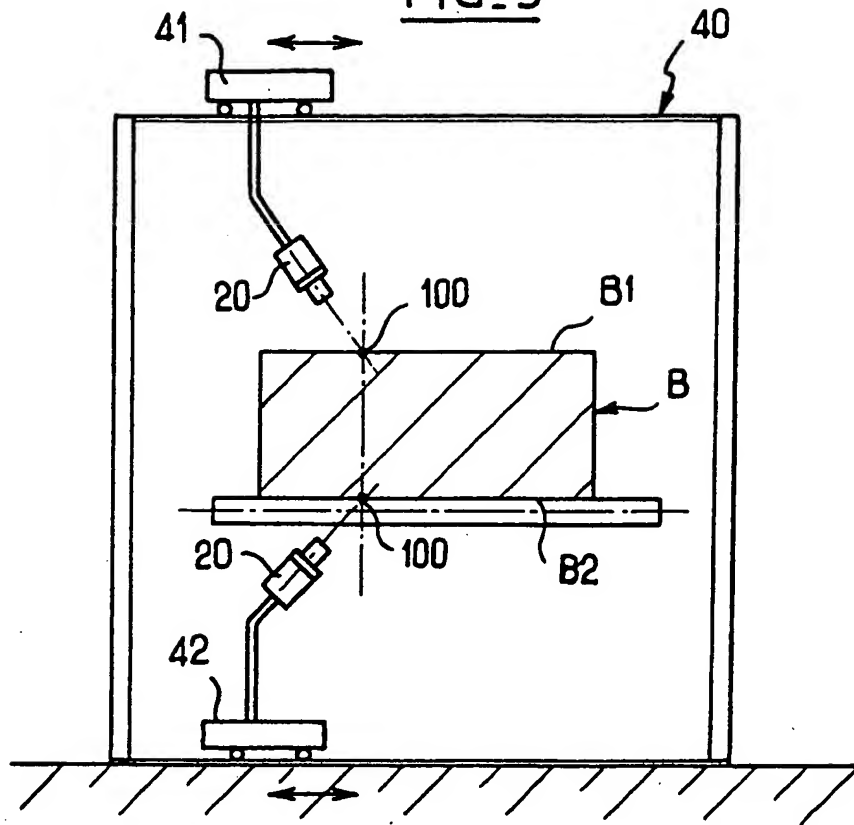
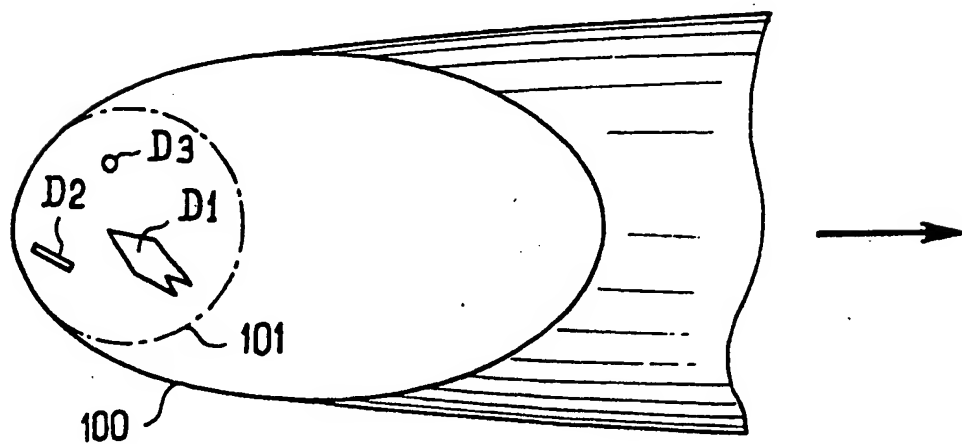


FIG. 4



BEST AVAILABLE COPY

3 / 4
FIG. 5FIG. 6

4 / 4

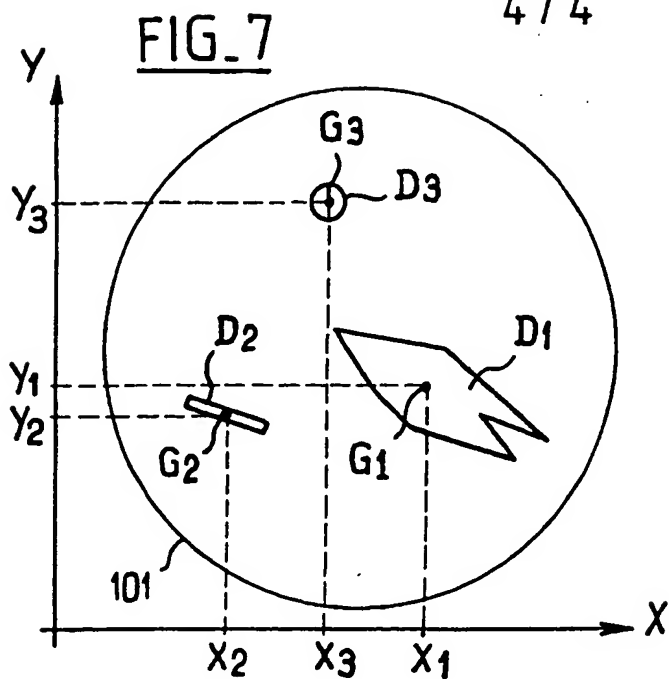


FIG. 8

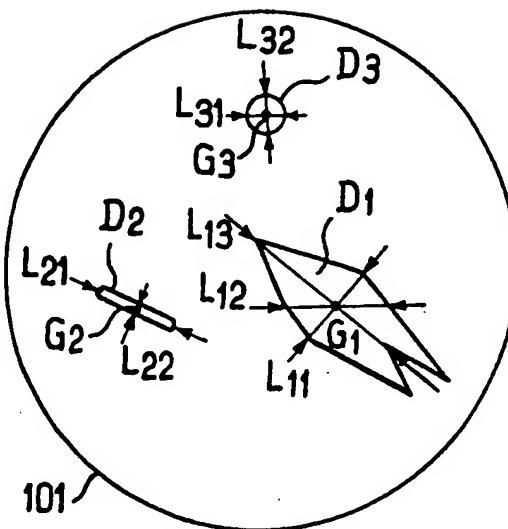
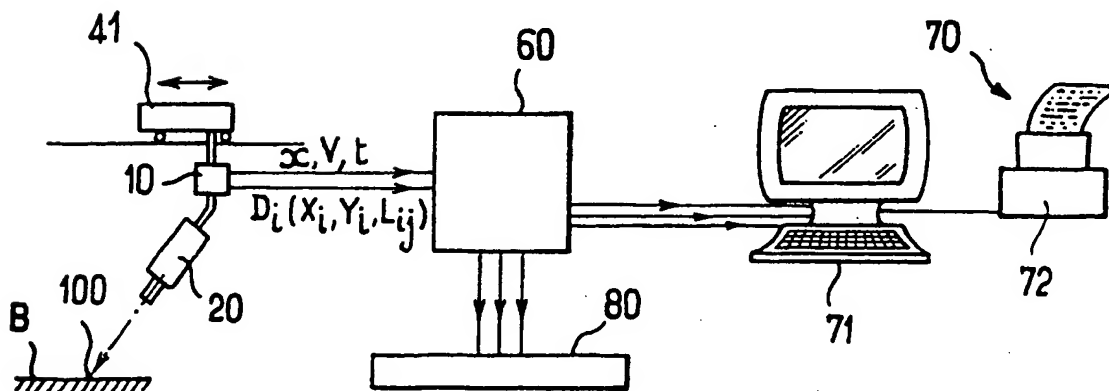


FIG. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/01965

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B23K5/24 B23K31/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| Y | US 1 728 972 A (KREBS) 24 September 1929 (1929-09-24) page 2, right-hand column, line 115 -page 3, left-hand column, line 61; figures 1,2 --- | 1-4,6-9 |
| Y | "Enhancement of penetrant-inspection images" NTIS TECH NOTES, February 1991 (1991-02), pages 189-189, XP000224784 springfield, VA, US the whole document --- | 1-4,6-9 |
| A | EP 0 512 972 A (CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALL) 11 November 1992 (1992-11-11) abrégé ----- | 1,4 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *A* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 October 2000

Date of mailing of the international search report

24/10/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Herbreteau, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/01965

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|---|--|
| US 1728972 A | 24-09-1929 | NONE | |
| EP 0512972 A | 11-11-1992 | BE 1004964 A AT 132784 T DE 69207476 D DE 69207476 T | 09-03-1993 15-01-1996 22-02-1996 19-09-1996 |

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 00/01965

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B23K5/24 B23K31/12

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B23K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | no. des revendications visées |
|-------------|---|-------------------------------|
| Y | US 1 728 972 A (KREBS) 24 septembre 1929 (1929-09-24) page 2, colonne de droite, ligne 115 -page 3, colonne de gauche, ligne 61; figures 1,2 --- | 1-4,6-9 |
| Y | "Enhancement of penetrant-inspection images" NTIS TECH NOTES, février 1991 (1991-02), pages 189-189, XP000224784 springfield, VA, US le document en entier --- | 1-4,6-9 |
| A | EP 0 512 972 A (CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALL) 11 novembre 1992 (1992-11-11) abrégé ----- | 1,4 |



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non
considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international
ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de
priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une
autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à
une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais
postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la
date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la
technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe
ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut
être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité
inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée
ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive
lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres
documents de même nature, cette combinaison étant évidente
pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 octobre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/10/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Herbreteau, D

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs au. . . ombres de familles de brevets

Deman. . . internationale No

PCT/IR 00/01965

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|------------------------|---|--|
| US 1728972 A | 24-09-1929 | AUCUN | |
| EP 0512972 A | 11-11-1992 | BE 1004964 A AT 132784 T DE 69207476 D DE 69207476 T | 09-03-1993 15-01-1996 22-02-1996 19-09-1996 |